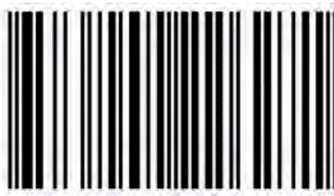
BioKernSprit

Dies ist kein Versuch, Kernenergie heimlich hoffähig zu machen. In unserem Land ist sie seit Jahrzehnten in Verruf. Vieles ist unbekannt und fördert die Angst. Ja, sie ist eine Energie, die alle andern Quellen – außer der Sonne - um Dimensionen übersteigt. Man kann sie zum Schaden, aber auch zum Nutzen der Menschen einsetzen.
Mobilität ist für die meisten Menschen ein hohes Gut. Auch wer sich um die Zukunft sorgt, will auf Reisen nicht verzichten. Daher suchen wir Lösungen, die die Umwelt weniger belasten, als fossile oder knappe Rohstoffe. Wasserstoff als stärkster Energieträger muss einbezogen werden. Verflüssigt durch hohe Temperaturen kann er das heutige Ökosystem aus Motoren, Tankstellen und Netzen besonders wirtschaftlich in die Zukunft führen.
Die Einzelprozesse sind erprobt, der Hydrierprozess seit 1920, die Atomkraft seit 100 Jahren erkundet. Die innovative Hochtemperatur-Kugelbett-Technik wurde in Jülich entwickelt. Sie erwies sich in TÜV-Crashtests mehrfach als absolut katastrophensicher. Im Auto- und Motorenbau haben wir nach Otto, Diesel, Daimler weltweit immer neue Höhepunkte erreicht. Im klugen Zusammenwirken können sie unsere größten Energieprobleme lösen.



Jochen K. Michels hat sich mit allen Aspekten dieser speziellen Technik zur Nutzung der Kernenergie vertraut gemacht. Den wenigen noch lebenden Kennern dankt er für viele offene und inhaltsreiche Gespräche. Auf www.gaufrei.de und www.biokernsprit.org verfolgt er die chinesischen Fortschritte beim Bau des ersten außerdeutschen Reaktors in Kanton.



978-620-2-22627-1

BioKernSprit 4. Auflage

Michels



Jochen Michels

BioKernSprit

Synfuel aus Abfall, Holz und Kohle, klimaschonend erzeugt mit sicherer Kernenergie

AkademikerVerlag

Jochen Michels

BioKernSprit

Jochen Michels

BioKernSprit

Synfuel aus Abfall, Holz und Kohle, klimaschonend erzeugt mit sicherer Kernenergie

AV Akademikerverlag

Imprint

Cover image: Vom Autor bereitgestellt

Publisher:
AV Akademikerverlag
is a trademark of
International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group
17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page
ISBN: 978-620-2-22627-1

Vorwort zur 4. Auflage

Dies ist kein Versuch, Kernenergie verharmlosend durch die Hintertür hoffähig zu machen. In unserem Land ist dieses natürliche Schöpfungselement seit Jahrzehnten bei Vielen in Verruf. Vieles ist unbekannt und fördert die Angst.

Ja, diese Naturkräfte haben eine Energie, die alle bisher genutzten Quellen um Dimensionen übersteigt. Man kann sie wie auch andere Naturkräfte, Gift oder auch Feuer zum Schaden, aber eben auch zum Nutzen der Menschen einsetzen.

Mobilität ist für die meisten Menschen, besonders in Deutschland, ein hohes Gut. Selbst die neu aufgestandene Jugend sorgt sich um die Zukunft, ohne auf Fahren und Reisen generell zu verzichten.

Daher werden Lösungen gesucht, die die Umwelt weniger belasten, als fossile Rohstoffe – Öl, Gas, Kohle – oder die umstrittenen batteriegebundenen Fahrzeuge. Wasserstoff als stärkster Energieträger soll selbstverständlich einbezogen werden. Gebunden an dämpfende Stoffe, verflüssigt durch hohe Temperaturen kann er das heutige Ökosystem aus Motoren, Tankstellen und Netzen besonders wirtschaftlich in die nähere Zukunft führen. Ob das in 100 Jahren auch noch gilt, wird hier nicht festgeschrieben.

Die Einzelfaktoren sind alle nicht neu. Der Hydrierprozess wurde um 1920 in Mülheim/Ruhr erfunden, die Atomkraft vor hundert Jahren von Wissenschaftspionieren erkundet und im Autobau haben wir seit Jahrzehnten eine Weltspitzenposition. Speziell der Motorenbau hat nach Otto, Diesel, Daimler durch viele andere immer neue Höhepunkte erreicht.

Entscheidend ist die Arbeit von Prof. Rudolf Schulten, der in Jülich bis Ende der 1980-er Jahre die Kernenergie mit Maß und Mitte soweit entwickelte, dass der Größte Anzunehmende Unfall, der GAU, seinen Schrecken verloren hat.

Begleiten Sie – lieber Leser – die genialen Erfindungen zu einer mutigen Kombination für neue Lösungen.

Dieses Buch

- wird online erstellt,
- ist online zu lesen und
- wird online weiterentwickelt

Geleitwort zur ersten Auflage von BioKernSprit

Die wirtschaftliche Entwicklung ist ohne Energie nicht denkbar. Die Energieversorgung der Zukunft muss jedoch folgende Probleme gleichzeitig lösen:

Die Weltbevölkerung und ihre wirtschaftliche Entwicklung steigen und damit der Energiebedarf, gleichzeitig soll die Versorgung mit Energie jedoch zuverlässig, umweltschonend, nachhaltig und effizient sein und natürlich in ausreichenden Mengen preisgünstig zur Verfügung stehen.

Dies zu verwirklichen entspricht einer wirtschaftlichen Revolution und beeinflußt alle Bereiche des Lebens. Wir müssen alle umdenken, sparsamer mit Energie umgehen und die F&E Arbeiten erheblich intensivieren, um schnelle Fortschritte zu erzielen. All dies wird nur gelingen, wenn man nicht ideologisch verbohrt, sondern technikfreundlich und sachlich an die Probleme herangeht.

Dieses Buch ist ein Beitrag in diese Richtung und ich wünsche dem Verfasser ein großes Interesse an dem Buch.

Prof. Dr. Peter Kausch

INHALT

1 Bio-Masse und andere Einsatzstoffe

In diesem Kapitel untersuchen wir die

- Arten und Vorräte der Einsatzstoffe
- Energie-Gehalte und Eignung zur Hydrierung
- Gewinnung, Anbau, Sammeln
- Hydrieren, ansatzweise, soweit nicht im Teil „Sprit“

Diese Schrift soll zeigen, dass es mit nationalen Ressourcen möglich ist, viel mehr zur Energieversorgung beizutragen, als es heute der Fall ist. Nicht absolute Autarkie, wie es die Nazis ausriefen, ist das Ziel. Doch die durch – überhastete – Ausstiegentscheidungen derzeit drohende übergroße Abhängigkeit vom Ausland bei exorbitanten Preissteigerungen wenigstens deutlich zu vermindern, dazu geben wir hier Anregungen und konkrete Vorschläge. Ein wissenschaftlicher Anspruch besteht weder in der Form noch in den Aussagen. Fast alle Erkenntnisse und Verfahren sind bekannt, die meisten sogar erprobt. Verbesserungen sind jederzeit erwünscht.

Maßstab sind dabei nicht Visionen und Konzepte. Ideale Lösungen, die noch immense Aufwendungen für Forschung und Entwicklung nötig machen, mögen andere verfolgen. Hier werden die bekannten und erprobten Verfahren in einen konstruktiven Zusammenhang gestellt. Wir stellen eine Roadmap vor, der zu folgen mit höchster Wahrscheinlichkeit zur Schließung einer wichtigen Energielücke beiträgt. Der Illusion, den gesamten Mobilitätsbedarf abdecken zu können, folgen wir nicht. Doch hat der Vorschlag das Potential, bis zu 30 Prozent, vielleicht auch mehr, zu liefern.

Als Ressourcen sehen wir neben den geringen natürlichen Vorkommen an Öl, Gas, Wasserkraft, Sonnenlicht und Wind vor allem die Fähigkeiten unserer Menschen in Wissenschaft, Technik, Organisation und Wirtschaft.

Dabei leiten uns folgende Grunddaten: in Deutschland wird derzeit Energie im Umfang von ca. 1.800[1]Terawattstunden pro Jahr verbraucht. Davon sind ca. 600 TWh Strom, ungefähr ebenso viel für Mobilität und nochmal so viel für Heizung und Industrie. Unser Vorschlag soll in erster Linie die Mobilität durch flüssigen Kraftstoff ermöglichen, Strom und Wärme fallen als Nebenprodukte ebenfalls an.

---

[1] Andere Quellen sprechen sogar von 2.300 TWh. Schon das zeigt, wie umstritten die ganze Frage ist.

Als natürliche Ressourcen sind verfügbar:

- Überschüssige Bio-Masse, Abfall von Holz und anderen.
- Braunkohle und Steinkohle und andere C-haltige Stoffe.
- Wissen, Können und Wollen bei unseren Fachleuten und Unternehmern

Dem Einwand, Biomasse sei zu schade für die Spritgewinnung, begegnen wir mit der Zusicherung, nur den anderweitig nicht nutzbaren Abfall zu verwenden.

Neben der reinen Verfügbarkeit dieser Stoffe fallen auch der Aufwand und die Kosten ihrer Bereitstellung und Nachzucht ins Gewicht, da es auf Nachhaltigkeit des gesamten Vorschlags ankommt.

Daher sind folgende Kriterien zu untersuchen:

- Vorräte, Verfügbarkeit,
- Gewinnung, Züchten,
- Sammeln, Transport
- Energie-Inhalte
- Dabei ist auf möglichst wenig CO2 Ausstoss in die Atmosphäre zu achten. Soweit dieser nicht ganz zu vermeiden ist, soll er wenigstens dem natürlichen Kreislauf möglichst nahe kommen.

Ein ganz wichtiger Aspekt ist, die Einsatzstoffe zur Spritgewinnung schon danach auszuwählen, dass bei ihrer Hydrierung und späteren Verbrennung möglichst wenig CO2 in die Atmosphäre gelangt.

1.1 Biomasse – Arten und Vorkommen

(nach Wikipedia und anderen Quellen)

Biomasse bezeichnet in einem definierten Ökosystem die Gesamtheit der Masse an organischem Material, das biochemisch synthetisiert wurde. Sie enthält also die Masse aller Lebewesen, der abgestorbenen Organismen (Detritus) und die organischen Stoffwechselprodukte. Etwa 60 Prozent der Biomasse der Erde wird durch Mikroorganismen dargestellt.

1.1.1 Grunddaten und Zusammenhänge

Die Gesamtmasse des Kohlenstoffs in lebenden Organismen wird mit $280 \cdot 10^9$ Tonnen angegeben. Nach neueren Schätzungen wird die jährliche

stoff, Elektrizität oder als Kraftstoff nutzen. Obgleich Energie nur umgewandelt wird, spricht man insofern (fälschlicherweise) auch von „Erneuerbarer Energie".

Die Umwandlung von Biomasse in Wärme, elektrische Energie oder Kraftstoff als zum Beispiel Ethanol-Kraftstoff und Cellulose-Ethanol ermöglicht eine ausgeglichene CO_2-Bilanz. Bei dem Verbrennungsvorgang wird nur die Menge CO_2 ausgestoßen, die zuvor biochemisch gebunden wurde.

Das folgende Schemabild zeigt diesen Kreislauf.



Wenn der über Hunderte von Jahrmillionen fossil gespeicherte Kohlenstoff innerhalb weniger Jahrzehnte in die Atmosphäre entlassen wird, behaupten viele Forscher eine gewisse Wirkung auf Wetter und Klima. Andere führende Forscher und Institute kommen zu dem Schluss, dass sich das Klima durch Menschen nicht nennenswert verändern und daher auch nicht „retten" lässt. Ob die eine oder die andere Ansicht zutrifft, kann hier

Die wirtschaftliche Konkurrenz durch das verhältnismäßig billige Erdöl hat jedoch bisher immer wieder dazu geführt, dass solche Vorhaben nicht in ein großindustrielles Stadium gelangt sind.

Ein großes Problem der Nutzung von Biomasse als Kraftstoff ist bisher, dass nur ein relativ geringer Teil der chemisch gebundenen Energie nutzbar gemacht wird. Im Labor ist es inzwischen jedoch gelungen, den natürlich ablaufenden exothermen Inkohlungsprozess nachzuempfinden (siehe 3.4.1.2.5 hydrothermale Karbonisierung - Beitrag von Markus Antonietti) und so praktisch ohne Zufuhr von Energie den gesamten Kohlenstoff in Form von Kohle bereitzustellen. In Zukunft soll es auch möglich sein, Erdöl künstlich herzustellen. Ein Durchbruch zur großtechnischen Anwendung dieses Verfahrens ist heute noch nicht absehbar.

Eine Alternative zur chemischen Umsetzung bildet die biologische Umsetzung zu:

- Cellulose-Ethanol.
- Kraftstoffe auf Biomasse-Basis
- Biodiesel - Dieselherstellung aus Pflanzenölen oder tierischen Fetten
- BtL-Kraftstoff - Dieselherstellung aus fester Biomasse
- Bio-Ethanol
- Cellulose-Ethanol
- Biowasserstoff
- Biogas (Kompogas)
- Pöl Pflanzenöl als Kraftstoff

Einige dieser Verfahren und Produkte werden im Weiteren von Fall zu Fall mit aufgegriffen.

Der Einwand, Biomasse sei zu kostbar, um daraus Verbrauchsmaterial wie Kraftstoff herzustellen, mag grundsätzlich richtig sein. Wenn man sich aber auf die Abfälle beschränkt oder besondere Energiepflanzen dafür einsetzt, ist er so rigoros nicht haltbar. Da auch die Kohle verdichtete Biomasse ist, kommt sie vor allem zu Beginn als Einsetzstoff infrage. Ihr Energiegehalt wird mit wesentlich höherem Wirkungsgrad genutzt als in heutigen Kraftwerken zur Stromgewinnung. Dies wird im Teil „Sprit“ näher erläutert.

Dass der Ganze Kreislauf: CO2 plus Sonne - Photosynthese – Pflanzen – Biomasse – Hydrierung – Sprit- Mobilität mit CO2-Ausstoß recht umständlich erscheint, ist offensichtlich. Besser wäre es, wenn die Sonnenergie direkt zum Antrieb von Fahrzeugen genutzt würde. Da Sonnenlicht

1.1.2.1 Pflanzen

Die Hydrierung von Pflanzenölen wird an vielen Stellen (zum Beispiel im Bericht der „Fachagentur nachwachsende Rohstoffe“ oder in Wikipedia) als wünschenswert für die Beimischung zu anderen Treibstoffen bezeichnet. Hier können aus Platzgründen nicht alle irgendwie geeigneten Pflanzen erwähnt werden. Wir konzentrieren uns auf die wichtigsten.

1.1.2.1.1 Waldbestand - Verfügbarkeit

Bäume und ähnliche Pflanzen stellen die wichtigsten nachwachsenden Rohstoffe dar, die man zu Sprit veredeln kann. Der mit andern Ländern vergleichsweise hohe Waldanteil in Deutschland ist den Aufforstungsbemühungen - hauptsächlich des 19. Jahrhunderts - zu verdanken. Von 1960 bis etwa 2004 wurde der Waldbestand um 500.000 ha (= 5.000 qkm) vergrößert, hauptsächlich durch Aufforstungen (besonders von landwirtschaftlichen Flächen) und die sukzessive Bewaldung degenerierter Moorstandorte. Deutschland ist damit wieder eines der waldreichsten Länder in der Europäischen Union.

Ein Großteil der Wälder, vor allem die Nadelhölzer, sind allerdings derzeit vom Wetter geschädigt (heiße Trockenphasen, saurer Regen). Heute erleben wir, dass die starken Nadelbestände besonders anfällig für Schädlinge sind. Daher wird verstärkt Laubwald aufgeforstet, wo bisher Nadel-Monokultur herrschte. Das Umsteuern zu mehr Laubwald führt zu langsamerem Aufwuchs und zieht sich über Generationen hin.

Laut Wikipedia und anderen Quellen hat die Bundesrepublik ca. 357.111 qkm Fläche. Die folgende Tabelle zeigt Einzelheiten. Das sind 35,7 Millionen Hektar (ha à 10.000 m^2). Die Waldfläche in Deutschland betrug von 10 Jahren ca. 10,53 Mio. ha, bzw. nach der zweiten Bundeswaldinventur 11.08 Mio. ha, 2019 lt. Wikipedia 11.419 Mio. ha, das sind rund 32 % der Staatsfläche und wachsend. Davon sind rund 44 % Privatwald, 32 % Staatswald (29 % Landeswald und 3 % Bundeswald), 19 % Körperschaftswald und 5 % Treuhandwald.

Obwohl es deutliche Abweichungen gibt, gehen wir davon aus, dass Wald ca. 30 Prozent unsers Landes bedeckt und damit mindestens

Nutzung der BRD-Fläche von insgesamt 357.111 qkm = 35,7 Mio. Hektar	%	qkm	Hektar (ha) 1. Angabe	Hektar (ha) 2. Angabe
landwirtschaftlich genutzt sind:	53,5	190.995		
mit Wald bestanden sind:	30	105.315	10.531.000	11.075.800
als Siedlung- und Verkehrsfläche dienen	12,3	43.911	4.391.100	8.925.000
Wasserflächen sind	1,8	6.426		
Für Ödland und Tagebaugebiete verbleiben	2,4	8.568		

Der mit andern Ländern verglichen hohe Waldanteil ist den Aufforstungsbemühungen - hauptsächlich des 19. Jahrhunderts - zu verdanken. Von 1960 bis etwa 2004 wurde der Waldbestand um 500.000 ha (= 5.000 qkm) vergrößert, hauptsächlich durch Aufforstungen (besonders von landwirtschaftlichen Flächen) und die sukzessive Bewaldung degenerierter Moorstandorte. Deutschland ist damit wieder eines der waldreichsten Länder in der Europäischen Union.

Ein Großteil der Wälder, vor allem die Nadelhölzer, sind vom Klima geschädigt (heiße Trockenphasen, saurer Regen). Heute erleben wir, dass die starken Nadelbestände besonders anfällig für Schädlinge sind. Daher wird verstärkt Laubwald aufgeforstet, wo bisher Nadel-Monokultur herrschte. Das Umsteuern zu mehr Laubwald führt zu langsamerem Aufwuchs und zieht sich über Generationen hin.

Pro Jahr wachsen laut FAZ im Juli 2019 nach einem Beitrag von Wiebke Hüster auf einem Hektar 8,5 Festmeter nach, das sind bei 11,4 Mio. ha. Waldfläche rund 97 Mio. Festmeter = Kubikmeter. Je Hektar werden 7,2 Festmeter geerntet. So verbleiben 1,3 Festmeter je ha im Wald. Bei 11,4 Mio. ha Waldfläche sind das 14,82 Mio. Festmeter.

Da manchmal eingewendet wird, unsere Vorräte an Biomasse seien nicht entfernt ausreichend, um daraus auch noch Sprit herzustellen, wurden die Mengen noch weiter untersucht.

1.1.2.1.1.1 Deutscher Forstwirtschaftsrat (DFWR)

Der DFWR ist die repräsentative Vertretung aller mit der Forstwirtschaft und dem Wald befassten Akteure der Bundesrepublik Deutschland.

Holz-Abgang aus dem Wald besteht aus: - in Mio. Kubikmetern -	Mio. m³
• Nutzung 6,7 m³ mal 11 Mio. ha	75
• Ungenutzt 111 abzgl. 75 Mio. = 36 Mio. m³,	
o natürlich abgestorben, im Wald verbleibend	7
o Rinden, Rindenbestandteile, Ernteverlust	19
o nicht verwertet	5
o unter der Aufarbeitungsgrenze liegende Mengen	5
= jährlicher Abgang	111

Es bleiben also ca. 36 Mio. ungenutzte m³ zu anderer Verwertung übrig. Davon muss man die nicht verwertbaren und unter der Aufarbeitungsgrenze liegenden Mengen mit etwa der Hälfte abziehen. **So bleiben etwa 18 Mio. m³ für die eine bisher nicht genutzte Verwendung, die Hydrierung.**

. Sie fallen heute noch zum großen Teil der natürlichen Verrottung und gezielter Verbrennung anheim. Denn es handelt sich dabei um Reste, die beim Verarbeiten anfallen (Sägemehl, Spaltreste, unebene Teile, Gestrüpp, Bauholzverschnitt usw.). Diese Mengen sind bereits aus dem Wald herausgeholt worden und daher dem Transport gut zugänglich

Bei geschickter Organisation kann man davon sicher mindestens die Hälfte also 9 Mio. m³ zur Hydrierung nutzen. Das entspricht etwa 8 Mio. to Holz, die sofort verfügbar sind. Ein Kubikmeter Rundholz mit Rinde wiegt 0,9 Tonnen.
Weitere Daten hierzu finden sich bei der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe unter diesem Link:

https://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/anbau/flachennutzung-in-deutschland.html

Damit käme schon heute eine Menge von gut 8 Mio. Tonnen Holz als Biomasse für die Hydrierung in Betracht. Dabei gibt es keinen nachteiligen Effekt auf die Nahrungsversorgung, auf die Anbauflächen oder andere Holzverwertung.

Zu erwarten ist außerdem, dass sich die Züchtung, Verwendung und Anbaudichte für Holz stark ändern werden, wenn eine lohnende Verwertung solcher Holzvorräte für die Mobilität erkennbar ist. Die Sprit-Herstellung wäre eine solche lohnende Verwertung.

- So betreibt der Pionier Viessmann bereits den Anbau von Energiepappeln – siehe Abschnitt 1.2.2.1.

- Dr. Jörg Wendisch, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- Grußwort
- Georg Windisch, Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten
- Holznutzung und Nachhaltigkeit
- Prof. Dr. Jürgen Rimpau, Rat für Nachhaltige Entwicklung der Bundesregierung
- Ergebnisse der Clusterstudie
- Dr. Matthias Dieter, Johann Heinrich von Thünen-Institut
- Marktnaher Cluster Bayern
- Prof. Dr. Gerd Wegener, Cluster Forst und Holz in Bayern
  Marktbedeutung und Wertschöpfung – Waldbesitz
- Josef Spann, Vorsitzender Bayrischer Waldbesitzerverband e.V.
  Marktbedeutung und Wertschöpfung –Forstwirtschaft
- Dr. Carsten Leßner, Geschäftsführer des Deutschen Forstwirtschaftsrat
  Marktbedeutung und Wertschöpfung –Holzwirtschaft
- Ullrich Huth, Präsident des Deutschen Holzwirtschaftsrates
  Marktbedeutung und Wertschöpfung –Energiewirtschaft
- MdB Helmut Lamp, Vorstandsvorsitzender des Bundesverbandes Bio-Energie e.V.

Potentiale und Perspektiven

- Schlussfolgerungen aus Clusterstudie für die Forst- und Holzwirtschaft
- Prof. Konstantin Freiherr von Teuffel, Vorsitzender der German Support Group Forest-Based Sector Technology Platform (Plattform für Forst und Holz)
  Perspektiven der Züchtung für die Holzproduktion
- Dr. Bernd Degen, Johann Heinrich von Thünen-Institut
  Potenziale der Forstwirtschaft
- Prof. Dr. Spellmann, Nord-Westdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
  Rohstoffeffiziente Holzverwendung
- Prof. Dr. Arno Frühwald, Johann Heinrich von Thünen-Institut
  Podiumsdiskussion „Holz – Rohstoff mit Zukunft“
  Diskussionsleitung: Dirk Alfter, Holzabsatzfonds
  - Ullrich Huth, Präsident des Deutschen Holzwirtschaftsrates
  - MdB Georg Schirmbeck, Präs. des Deutschen Forstwirtschaftsrates

Dauergrünflächen in Deutschland: 5 Mio. Hektar
Der maximale Biodieselertrag für alle Dauergrünflächen in Deutschland betrüge **116 TWh.**

1.1.2.1.3 Mais - nach Wikipedia

Als **Energiemais** wird Mais bezeichnet, der zur Energiegewinnung in Biogasanlagen genutzt wird. Da Mais als C4-Pflanze einen geringen Wasserbedarf hat und nur mäßige Ansprüche an den Boden stellt, ist er in Deutschland eine verbreitete Kulturpflanze mit hohen Erträgen an Trockenmasse pro Flächeneinheit. Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird die Biogaserzeugung gefördert. Insbesondere nach Einführung des Nawaro-Bonus mit der EEG-Novelle 2004 wurde der Energiemaisanbau ausgeweitet.

Energiemais unterschied sich in Anbau und Sorte zunächst nicht von anderem Silomais, der vor allem als Viehfutter dient. Der Begriff wurde geprägt, um zwischen der Verwendung zur Futter- oder Nahrungsmittelproduktion einerseits und zur Energiegewinnung andererseits zu differenzieren. Zunehmend unterscheiden sich aber auch der Anbau und die verwendeten Sorten vom konventionellen Futtermais.

In Deutschland wurde 2012 auf rund 2,7 Mio. ha Mais angebaut. Vorwiegend war dieses Silomais mit rund 2,15 Mio. ha. Die oberirdischen Pflanzenteile werden gehäckselt, siliert und als Futtermittel (Maissilage) in der Rinderhaltung oder als Biogassubstrat verwendet. Die Unterscheidung erfolgt vor allem anhand der Verwendung selbst. Jedoch können auch Unterschiede in Anbau und Sortenwahl vorliegen. Daneben macht Körnermais etwa ein Viertel der deutschen Maisanbaufläche (2009: 0,46 Mio ha) aus. In Form von Corn-Cob-Mix (CCM) oder als Korn wird er nur in geringem Maße in Biogasanlagen eingesetzt.

Verwendung

Herkömmlicher Silomais ist für die Verwendung als Futtermittel züchterisch optimiert und erfüllt Ansprüche wie hohe Erträge an Trockenmasse pro Flächeneinheit, gut im Rinderpansen zugängliche Nährstoffe sowie gute Silierbarkeit, um eine längerfristige Lagerung und somit eine ganzjährige Verfügbarkeit zu gewährleisten. Die hohen Hektarerträge und die

Abbau im Fermenter der Biogasanlage zu erhöhen und damit zu beschleunigen und zu verbessern. Die Hydrierung von Mais ist derzeit noch kein Thema.

Alternativen und Ergänzungen zum Maisanbau

Um Maismonokulturen zu vermeiden, gibt es vielfältige Bemühungen, auch andere Feldfrüchte wie Sonnenblumen und Zuckerrüben für die Biogaserzeugung nutzbar zu machen. Da Mais als wärmebedürftige Pflanze erst spät gesät werden kann, wird versucht, die Vegetationsperiode, beispielsweise mit Grünroggen als Zwischenfrucht zur Erzeugung von Ganzpflanzensilage (GPS), besser auszunutzen und so höhere Erträge pro Fläche und Jahr zu erzielen. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch die winterliche Bodenbedeckung Nährstoffverluste und Erosion verringert werden. Auch Untersaaten, z. B. um Erosion zu vermeiden, und höhere Bestandsdichten sind möglich. Seit 2005 werden ökologische und ökonomische Aspekte des Energiepflanzenanbaus in einem umfangreichen Verbundprojekt untersucht. In sechs typischen Anbauregionen Deutschlands werden verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen getestet, darunter sowohl die heute gängigen Kulturen als auch mögliche Alternativen. Von der FNR werden zahlreiche weitere Projekte im Bereich alternativer und nachhaltiger Anbauverfahren für Energiepflanzen koordiniert.

Rechtliche Unterscheidung zwischen Energie- und Futtermais

Da für Energiemais bis 2009 eine Anbauprämie (Energiepflanzenprämie) gezahlt wurde, war eine Unterscheidung zum Silomais zur Verwendung als Futtermittel notwendig. Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung erfasste den Mais prämienberechtigter Anbauflächen, der in Biogasanlagen verwertet wurde und regelte die Prämienzahlung.

1.1.2.1.4 Zucker

Vielfach wird Zucker als möglicher Rohstoff für Bioethanol genannt und im gleichen Atemzug dies aus ethischen Gründen als fragwürdig abgelehnt. Gleichzeitig gibt es seit Jahren weltweit Zucker-Überschüsse, die mit Steuermitteln subventioniert und anschließend dem Markt wieder – manchmal durch Vernichtung - entzogen werden. Da drängt sich **die Frage auf, ob Zucker – wie in Brasilien und USA – nicht auch zu Treibstoff hydriert** werden kann.

In Brasilien wurde in den 1980er-Jahren als Alternative zu den devisenintensiven Ölimporten mit dem „Proàlcool"-Programm eine ausgeprägt einheimische Industrie für Ethanol-Kraftstoff aufgebaut, die auf Produktion und Raffination von Zuckerrohr basiert. Durch die hohen Weltmarktpreise für Zucker in den 1990er-Jahren kam die Ethanol Produktion der Zuckerindustrie in Brasilien fast zum Erliegen, doch in den letzten Jahren ist ein starker Aufschwung zu verzeichnen.

In den Anfängen wurde reines Ethanol verwendet, wofür eigene Motoren erforderlich sind. Mittlerweile werden überwiegend so genannte **Flexible Fuel Vehicles eingesetzt, die in der Lage sind, jegliche Mischung von Benzin und Ethanol zu verbrennen.** Deren Anteil am Pkw-Verkauf lag 2007 bei 86 %.

An allen Tankstellen wird Benzin mit einem Anteil von 20 bis 25 % Ethanol angeboten. Der genaue Prozentsatz wird von der Regierung abhängig vom Zuckermarkt festgelegt.

Brasilien war bis 2005 der weltweit größte Hersteller und Verbraucher, wurde mittlerweile aber von den Vereinigten Staaten überholt. Die Produktion betrug 2007 knapp 19 Mrd. Liter. Der Inlandsverbrauch lag 2007 bei 16,7 Mrd. Liter, ein Anstieg um 3,7 Mrd. Liter gegenüber dem Vorjahr. (Zum Vergleich: in Deutschland werden jährlich rund 40 Mrd. Liter Benzin und Diesel verbraucht).

Für 2008 wird eine weitere Zunahme um 2,9 Mrd. Liter vor allem aufgrund des stark wachsenden Automarktes prognostiziert. Für die Erntesaison 2007/2008 wurde ein starker Anstieg der Ethanol Produktion auf 21,3 Mrd. Liter erwartet (+22 % gegenüber dem Vorjahr). 2006 wurden 3,9 Mrd. Liter Ethanol exportiert (2005: 2,6 Mrd. Liter), davon 1,7 Mrd. Liter in die Vereinigten Staaten, 346 Mio. in die Niederlande, 225 Mio. nach Japan und 204 Mio. nach Schweden. Brasilien ist damit der mit Abstand größte Ethanol Exporteur weltweit. 2007 fiel der Export entgegen den allgemeinen Erwartungen auf 3,8 Mrd. Liter zurück und auch für 2008 wird ein weiterer Rückgang aufgrund einer zurückhaltenden Biokraftstoffpolitik in vielen Ländern und der wachsenden inländischen Produktion in den Vereinigten Staaten nicht ausgeschlossen. Ein erheblicher Anteil der Exporte in die Vereinigten Staaten erfolgt nicht direkt, sondern wird aus steu-

US$ durch Verkäufe von Zucker und Alkohol und zusätzlich 1 Million US$ durch den Verkauf an überschüssiger elektrischer Energie. Mit fortschrittlicher Technologie bei Kesseln und Turbinen könnte die Ausbeute auf ca. 648 MJ pro Tonne Zuckerrohr gesteigert werden, aber bei den derzeitigen Preisen rentieren sich die nötigen Investitionen nicht.

Die Verfeuerung von Bagasse ist umweltfreundlich im Vergleich zu anderen Brennstoffen wie Kohle und Erdöl. Der Aschegehalt ist lediglich 2,5 % (Kohle: 30–50 %), und sie enthält keinen Schwefel. Da die Verbrennung bei relativ niedrigen Temperaturen stattfindet, werden wenig Stickoxide erzeugt.

In Brasilien wird Bagasse in mehreren Industriebranchen eingesetzt, um Erdöl als Brennstoff zu ersetzen. Allein im Bundesstaat São Paulo werden jährlich 2 Millionen Tonnen eingesetzt, und dadurch 35 Millionen US$ an Ölimporten eingespart.

Insgesamt folgt daraus, dass Zucker oder sein Rohstoff auch für die Spritgewinnung hochbedeutsam ist.

1.1.2.1.5 Raps

Raps (*Brassica napus*) ist eine Pflanzenart aus der Familie der Kreuzblütengewächse (Brassicaceae). Es ist eine wirtschaftlich bedeutende Nutzpflanze. Genutzt werden die Samen vor allem zur Gewinnung von Rapsöl und dem Koppelprodukt Rapskuchen. Die Steckrübe *Brassica napus* subsp. *rapifera* ist eine Unterart von Raps (*Brassica napus*).

Seit 1974 wurden unter der Bezeichnung *Null-Raps* (0-Raps) praktisch erucasäurefreie (weniger als 2 Prozent im Öl) und damit für die menschliche Ernährung geeignete Raps-Genotypen entwickelt, deren Saat einen höheren Anteil der besser verträglichen Öl- und Linolensäure enthält. Livio war das erste kommerziell vertriebene Raps-Speiseöl in (West-)Deutschland.

Heute wird in Deutschland beinahe die gesamte Anbaufläche mit 00-Raps bestellt. Daneben wurden für die Produktion von Erucasäure als industrieller Rohstoff erucasäurereiche, aber glucosinolatarme Sorten gezüchtet, der *PlusNull-Raps* (+0-Raps) oder HEAR (engl.: *high eruic acid rapeseed*). Der Pressrückstand kann auch bei diesen Sorten verfüttert werden. Auf Flächen, die einmal mit +0-Raps bepflanzt waren, kann allerdings

Jahren deutlich ausgeweitet, vor allem von einigen Ländern der neuen EU-Staaten (Rumänien, Polen, Tschechien).

Die Anbaufläche in Deutschland ist in den vergangenen Jahrzehnten stark gestiegen: Von weniger als 20.000 Hektar zu Beginn der 80er Jahre über eine Million Hektar im Jahr 1992 bis zu 1,5 Millionen Hektar zur Ernte 2009.

Ernährung, Futtermittel und stoffliche Nutzung

Aus der Rapssaat, dem wirtschaftlich genutzten Pflanzenteil, wird in erster Linie Rapsöl gewonnen, das als Speiseöl und Futtermittel, aber auch als Biokraftstoff genutzt wird. Weiter wird Rapsöl in der chemischen und pharmazeutischen Industrie verwendet und dient als Grundstoff für Materialien wie Farben, Bio-Kunststoffe, Kaltschaum, Weichmacher, Tenside und biologene Schmierstoffe.

Als Koppelprodukte der Rapsölgewinnung in Ölmühlen fallen je nach Verarbeitungsmethode rund zwei Drittel der Rapssaatmasse in Form von Rapskuchen, Rapsexpeller oder Rapsextraktionsschrot an. Diese Produkte finden vor allem als eiweißreiches Tierfutter Verwendung und können Importe von Soja teilweise ersetzten. Glycerin, das als Nebenprodukt der Weiterverarbeitung von Rapsöl zu Biodiesel anfällt, findet ebenfalls Verwendung in der Futtermittelindustrie, zunehmend aber auch in der chemischen Industrie sowie als Bioenergieträger.

Das bei der Ernte anfallende Rapsstroh verbleibt in der Regel als Humus- und Nährstofflieferant auf dem Acker, kann aber auch energetisch genutzt werden.

Für die Imkerei haben Rapskulturen große Bedeutung. Rapsblüten sind unter anderem in Deutschland eine der wichtigsten und ergiebigsten Nektarquellen für Honigbienen, eine Rapsblüte produziert in 24 Stunden Nektar mit einem Gesamtzuckergehalt von 0,4 bis 2,1 mg. Ein Hektar Raps kann in einer Blühsaison eine Honigernte von bis zu 494 kg einbringen. Aufgrund des großflächigen Anbaues ist der fein und schmalzartig kandierende Rapshonig zugleich leicht als sortenreiner Honig zu ernten.

Bioenergieträger

Rapssaat hat sich etwa seit dem Jahrtausendwechsel zu einem wichtigen Bioenergieträger entwickelt. Rapsöl wird dabei vor allem für die Bi-

Klimabilanz. Große Presseresonanz fand 2008 eine Studie, die eine negative Klimabilanz für Treibstoff aus Raps berechnete, deren Einschätzung der oben genannten Faktoren von vielen Seiten jedoch als veraltet und wissenschaftlich nicht haltbar kritisiert wurde.

1.1.2.1.6 Chinaschilf

Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*), auch irrtümlicherweise unter dem Namen Elefantengras bekannt, ist eine ausdauernde Pflanzenart aus der Familie der Süßgräser (Poaceae). Sie stammt aus Ostasien (China, Japan, Korea). charakterisiert sich durch eine schilfartige Wuchsform, bildet dichte bis lockere Horste aus und erreicht Höhen zwischen 80 und 200 (selten 30 bis 400) Zentimeter Die unverzweigten, festen Halme haben einen Durchmesser von 3 bis 10 Millimeter, die Knoten sind kahl oder leicht behaart.

Chinaschilf ist in weiten Teilen Chinas sowie in Japan und Korea auf Berghängen, an Küsten sowie gestörten Standorten in Höhenlagen unter 2000 Meter weitverbreitet.

Miscanthus verfügt über den sogenannten C4-Metabolismus, eine unter bestimmten Umweltbedingungen besonders effiziente Form der Photosynthese; daher zeichnet sich die Pflanze, verglichen mit den C3-Pflanzen, unter bestimmten klimatischen Bedingungen durch eine besonders hohe Biomasseleistung aus.

Bereits 1935 wurde eine spezielle starkwüchsige Sorte, das Riesen-Chinaschilf (*Miscanthus × giganteus*), eine Kreuzung aus dem Chinaschilf mit *Miscanthus sacchariflorus*, von Japan über Dänemark nach Mitteleuropa eingeführt, das auch im europäischen Raum Wuchshöhen von bis zu vier Metern erreichen kann und deshalb seit dem Ende der 1970er Jahre vermehrt als nachwachsender Rohstoff zur energetischen und stofflichen Nutzung angebaut wird.

Als Fazit ist zu ziehen, dass Holz bei weitem der aussichtsreichste nachwachsende Einsatzstoff für die Hydrierung ist, aber auch andere BioStoffe schon heute einen guten Beitrag leisten können.

Steinkohle, was etwa 8 MJ oder 2,2 kWh pro kg entspricht. Aufbereitete (getrocknete) Braunkohle hat in etwa zwei Drittel des Werts von Steinkohle.

Bei asche- und wasserfreier Kohle kann von Braunkohle gesprochen werden, wenn der Kohlenstoffgehalt zwischen 58 und 73 %, der Sauerstoffanteil zwischen 21 und 36 % und der Wasserstoffanteil zwischen 4,5 und 8,5 % beträgt. Neben geringen Anteilen diverser Spurenelemente kann der Schwefelgehalt von Braunkohle bis zu 3 % betragen.

Die zu gegenwärtigen Preisen förderfähigen Reserven wurden im Jahre 2006 von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) auf weltweit 283,2 Milliarden Tonnen geschätzt. Davon entfielen 32,3 Prozent (91,6 Milliarden Tonnen) auf Russland, 14,4 Prozent (40,8 Milliarden Tonnen) auf Deutschland und 13,3 Prozent (37,7 Milliarden Tonnen) auf Australien. Bei gleich bleibender Förderung (966,8 Millionen Tonnen im Jahre 2006) könnte der Bedarf noch für etwa 293 Jahre gedeckt werden.

In Deutschland würden die Vorräte, die nach Angaben der BGR zu gegenwärtigen Preisen und mit dem Stand der heutigen Technologie gewinnbar sind, bei konstanter Förderung (176,3 Millionen Tonnen im Jahre 2006) noch für 231 Jahre ausreichen. Die zusätzlichen Ressourcen betrugen 2006 in Deutschland noch 35,2 Milliarden Tonnen. Das ist die nachgewiesene Menge, die derzeit technisch und/oder wirtschaftlich nicht gewonnen werden kann, sowie die nicht nachgewiesene, aber geologisch mögliche, zukünftig gewinnbare Menge einer Rohstoff-Lagerstätte.

Weltweit wurden 2006 etwa 966,8 Millionen Tonnen Braunkohle gefördert. Deutschland (18,2 Prozent), die Volksrepublik China (10,3 Prozent), die Vereinigten Staaten (7,9 Prozent), Russland (7,7 Prozent), und Australien (7,2 Prozent) fördern davon etwa die Hälfte. Weitere große Abbaugebiete von Braunkohle in Europa befinden sich in Griechenland, Polen und Tschechien.

In Deutschland gibt es drei große Braunkohle-Reviere: das Rheinische Braunkohlenrevier in der Niederrheinischen Bucht, das Mitteldeutsche Braunkohlenrevier (siehe auch: Mitteldeutsche Straße der Braunkohle) und das Lausitzer Revier. Daneben existieren noch kleinere Förderstätten

strukturloser Körper, *Brauntorf* oder auch *Bunttorf* genannt. Die älteste Torfschicht ist der so genannte *Schwarztorf*. Die unteren Schichten eines Torflagers sind dabei (weil älter, größerem Druck ausgesetzt und während der Entstehung auch durchlüftet) in der Zersetzung weiter fortgeschritten als die oberen.

Weitere je nach dem Grad der Zersetzung verwendete Begriffe sind: Rasen-, Faser- und Pechtorf. Rasentorf ist die jüngste Bildung und besteht aus wenig veränderten, noch gut erkennbaren Pflanzenresten. Er ist gelbbraun und lockerer. Fasertorf besteht aus brauner, bereits strukturlos gewordener Masse und ist mit Fasern schwer zersetzbaren Pflanzenmaterials durchsetzt. Pechtorf ist dunkler und kompakter als Fasertorf. Er ist der älteste, schwerste Torf und zeigt kaum noch erkennbare Pflanzenreste.

Weißtorf wird als Düngetorf zur Auflockerung von Pflanzerde verwendet, die Bezeichnung ist irreführend, da der Gehalt an düngenden Mineralien keine hinreichend breite Zusammensetzung zur ausgewogenen Anreicherung von Mangelböden bietet. Die ökonomische Bedeutung ist zugunsten der ökologischen Neubewertung nasser Moorflächen erheblich verändert.

Wo die Bodenbeschaffenheit eine Ansammlung von stehendem seichtem Wasser in flachen Seen und Senken der Flussauen gestattet, wird dieses im Laufe der Zeit eutrophieren und durch die abgestorbenen Pflanzenreste verlanden.

Vorerst entsteht ein nährstoffreiches Niedermoor mit Niedermoortorf. Bei geeigneten Bedingungen koppelt sich die Oberfläche des Moores durch Auflagerungen allmählich vom stehenden Grundwasser in der Senke ab. Das Moorwasser hat nun einen niedrigen pH-Wert (um die 3,4–3,7), kaum noch Nährstoffe und nur wenig Sauerstoff sind gelöst, so dass die aerobe und anaerobe Zersetzung pflanzlicher Substanzen gehemmt ist. An diese Bedingung sind die Hochmoor-Pflanzengesellschaften angepasst, deren Ablagerungen den Hochmoortorf bilden.

Die Entstehung von Torf geht sehr langsam vor sich. Als Durchschnittswert für die Torfablagerung in einem Moor ist ein Mittelwert von 1 mm pro Jahr anzusetzen (bis zu 10 mm = 1 cm pro Jahr sind auch bekannt). Die Entstehung des norddeutschen Teufelsmoores bei Worpswede benötigte ca. 8.000 Jahre.

1 ktoe = 10^6 ÖE = 11,6 GWh = ca. 3.500–4.000 to Torf
11,6 MWh = 3,5 – 4,0 to Torf
11,6 kWh = 3,5 – 4,0 kg Torf
1 kg Torf = 3,3 kWh

Als Brennstoff zur allgemeinen Verwendung wird Torf heute in nennenswerter Menge nur noch in jenen Regionen verwendet, in denen es ausgedehnte Moorlandschaften gibt. In der EU sind dies vor allem Skandinavien (Finnland, Schweden), die britischen Inseln (Irland, Schottland), das Baltikum (Estland, Lettland, Litauen). In Finnland, Irland und Schweden wird der Großteil in größeren Kraft- und Heizwerken verbrannt, in den baltischen Staaten in kleinen Heizungen.

Quelle: FUEL PEAT INDUSTRY IN EU Report im Auftrag der *European Peat and Growing Media Association* (2006)

Torfkohle

Man kann Torf, statt ihn *direkt* als Brennstoff verwenden, auch zu Torfkohle umwandeln, indem man ihn – ähnlich wie bei der Herstellung von Holzkohle – unter geringer Luft- bzw. Sauerstoffzufuhr langsam in einem Kohlenmeiler „verkohlt“. Auf diese Weise gewinnt man einen Brennstoff, der einen wesentlich höheren Heizwert und günstigere Verbrennungseigenschaften aufweist.

Dieses Verfahren war im 18. und frühen 19. Jahrhundert verbreitet, da der Bedarf an heizwertreichen Brennstoffen mit der Industrialisierung in der Erzverhüttung, in Ziegeleien und weiteren Industrien rapide anstieg. Da „echte“ Kohle noch nicht in ausreichender Menge verfügbar war und Holzkohle durch großflächige Abholzung von Wäldern knapp geworden war, kam es gelegen, dass wegen des zunehmenden Siedlungsdrucks große Torfgebiete urbar gemacht wurden und daher Torf in größerer Menge als billiger Brennstoff für die Verkohlung zur Verfügung stand. Torf wurde so zu einem wichtigen überregionalen Handelsgut. Da Torfasche lange nachglüht, führte dies zu vielen Bränden. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts ließ mit der Erfindung der Eisenbahn im 19. Jahrhundert und nach der Aufforstung mit schnellwachsenden Nadelbäumen der Mangel an Kohle und Holz nach und die Torfkohle verlor an Bedeutung.

Die vielfältigen anderen Nutzungen von Torf bleiben hier unerwähnt.

(wobei 16,7 % der Abfälle werkstofflich verwertet wurden und 1,0 % rohstofflich).

Laut Umweltbundesamt (UBA) verwertet die Abfallwirtschaft die gesammelten Kunststoffabfälle nahezu vollständig. Im Jahr 2017 hat sie 99,4 % aller gesammelten Kunststoffabfälle verwertet. Von den 6,15 Millionen Tonnen (Mio. t) Gesamt-Kunststoffabfällen wurden

- 2,87 Mio. t, oder 46,7 % werk- und rohstofflich genutzt.
- 3,24 Mio. t oder 52,7 % wurden energetisch verwertet – 2,14 Mio. t davon in Müllverbrennungsanlagen,
- 1,1 Mio. t wurden als Ersatzbrennstoff für fossile Brennstoffe etwa in Zementwerken oder Kraftwerken genutzt
- 40.000 t, etwa 0,6 %, wurden beseitigt. Dies sind insbesondere Kunststoffe, die noch zu geringfügigen Anteilen in deponierten Bauabfällen oder Aufbereitungsabfällen aus mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA) enthalten waren.

Die Verwertungsquoten unterscheiden sich in einzelnen europäischen Ländern stark voneinander: von ca. 1 % in Griechenland bis größer 95 % in Dänemark, Schweden und der Schweiz. In Deutschland werden ca. 77 % kunststoffreicher Verbrauchsabfälle verwertet.

Unter der rohstofflichen Verwertung versteht man eine Spaltung von Polymerketten durch die Einwirkung von Wärme zu petrochemischen Grundstoffen, wie Öle und Gase, die zur Herstellung neuer Kunststoffe oder andere Zwecke eingesetzt werden können. Wo werkstoffliche Verwertung nicht sinnvoll durchführbar ist, bietet die rohstoffliche Verwertung von Altkunststoffen eine weitere Möglichkeit der stofflichen Verwertung. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn es sich um kleinteilige, verschmutzte Produkte unterschiedlichen Aufbaus und unterschiedlicher Zusammensetzung handelt.

1.1.2.3.2 Verwertung

Folgende rohstoffliche Verfahren können für Recycling von Altkunststoffen eingesetzt werden:

Vergasung, Cracking und Hydrierung gehören zu petrochemischen Verfahren, die die Prozesse der Petrochemie, z. B. Aufbereitung von Erdöl

Die Hydrierung ist seit 1927 als Verfahren zur hydrierenden Verflüssigung von Kohle bekannt. Nach diesem Verfahren wurde in den 1930er und 1940er Jahren Treibstoff produziert. Später wurden **Raffinerierückstände** damit aufgearbeitet und seit den 1970er Jahren wird dieses Verfahren bei der Verwertung von Reststoffen – vermischte und verschmutzte Altkunststoffe (PVC $\leq$ 10 Gew.-%), Altgummi u. a. – verwendet.

Energetische Verwertung

Nach allen Bemühungen zur Vermeidung und stofflichen Verwertung bleiben immer noch Fraktionen übrig, deren werkstoffliche oder rohstoffliche Verwertung aus technischen, ökonomischen oder ökologischen Gründen nicht möglich oder nicht sinnvoll ist. Eine Deponierung solcher Stoffe ist seit dem Inkrafttreten der Abfallablagerungsverordnung am 1. Juni 2005 in Deutschland nicht mehr möglich, da nur noch inerte Produkte mit einem Glühverlust < 5 Gew.-% deponiert werden dürfen. Grundsätzlich können heizwertreiche aufbereitete Abfallströme (als sog. Ersatz- oder Sekundärbrennstoff) in folgenden Anlagen eingesetzt werden:

- Kraftwerke
- Zementdrehrohröfen
- Müllverbrennungsanlagen (MVA) / Müllheizkraftwerke

Dies wird jedoch in der Praxis durch die hohen Anforderungen von Verbrennungsanlagen an die Beschaffenheit der Brennstoffe begrenzt. In geringerem Maße gilt dies auch für MVA.

Kraftwerke

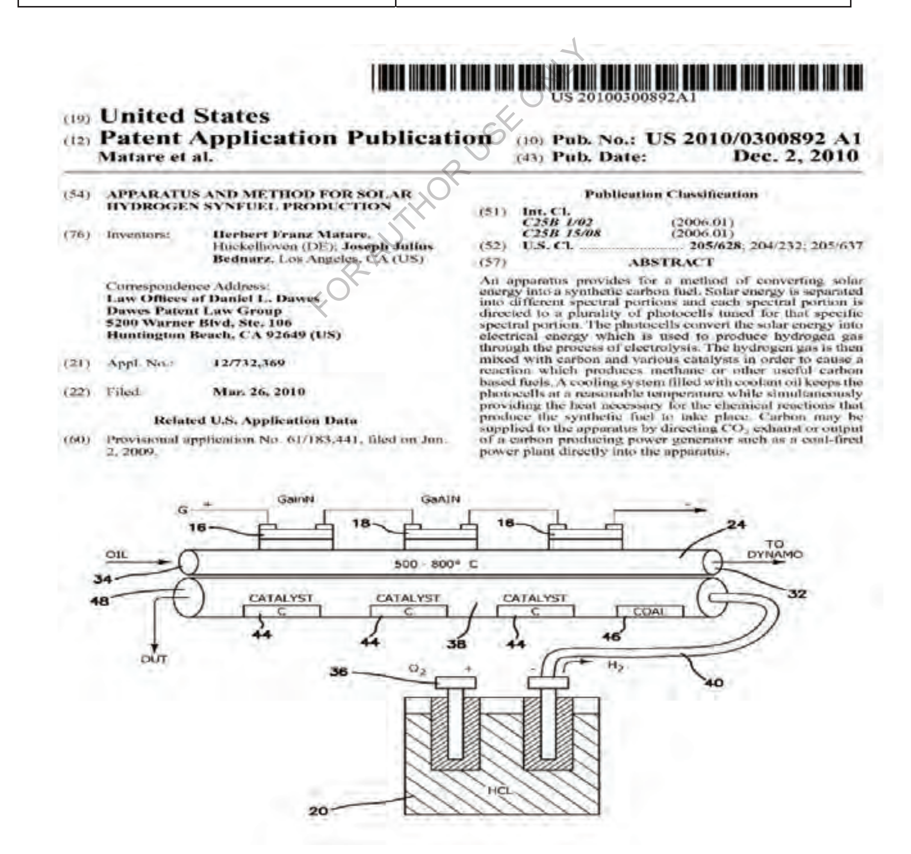
Der Energiegehalt von im Abfall enthaltenden Altkunststoffen kann in Kraftwerken bei der Mitverbrennung mit Regelbrennstoffen, wie z. B. Kohle genutzt werden. Falls die Abfälle zur Verwertung direkt mitverbrannt werden, muss die Rauchgasreinigung den Emissionsanforderungen der deutschen 17. BImSchV genügen. Außerdem müssen diese Abfälle die Qualitätsanforderungen von Anlagen an die Brennstoffbeschaffenheit erfüllen.

1.1.2.4 Industrie-Abfälle

Abfälle aus industriellen Prozessen zu Energie-Trägern aufzubereiten hat besonders viele Vorteile. Einige seien hier aufgezeigt:

- Man braucht sich nicht um die Entsorgung zu kümmern.

process of electrolysis. The hydrogen gas is then mixed with carbon and various catalysts in order to cause a reaction which produces methane or other useful carbon based fuels. A cooling system filled with coolant oil keeps the photocells at a reasonable temperature while simultaneously providing the heat necessary tor the chemical reactions that produce the synthetic fuel to take place. Carbon may be supplied to the apparatus by directing CO2 exhaust or output of a carbon producing power generator such as a coal-fired power plant directly into the apparatus.	elektrische Energie um, mit der durch Elektrolyse Wasserstoffgas erzeugt wird. Das Wasserstoffgas wird dann mit Kohlenstoff und verschiedenen Katalysatoren gemischt, um eine Reaktion hervorzurufen, die Methan oder andere nützliche Kraftstoffe auf Kohlenstoffbasis erzeugt. Ein mit Öl betriebenes Kühlsystem hält die Fotozellen auf einer angemessenen Temperatur und liefert gleichzeitig die erforderliche Wärme für die chemischen Reaktionen, die den synthetischen Kraftstoff erzeugen. Kohlenstoff kann der Vorrichtung zugeführt werden, indem CO2-Abgas oder der Ausstoß eines Kohlenstoff erzeugenden Stromgenerators, beispielsweise eines Kohlekraftwerks, direkt in die Vorrichtung geleitet wird.



US 20100300892A1

(19) **United States**
(12) **Patent Application Publication**
Matare et al.

(10) **Pub. No.: US 2010/0300892 A1**
(43) **Pub. Date: Dec. 2, 2010**

(54) **APPARATUS AND METHOD FOR SOLAR HYDROGEN SYNFUEL PRODUCTION**

(76) Inventors: **Herbert Franz Matare**, Huckelhoven (DE); **Joseph Julius Bednarz**, Los Angeles, CA (US)

Correspondence Address:
Law Offices of Daniel L. Dawes
Dawes Patent Law Group
5200 Warner Blvd, Ste. 106
Huntington Beach, CA 92649 (US)

(21) Appl. No.: **12/732,369**

(22) Filed: **Mar. 26, 2010**

Related U.S. Application Data

(60) Provisional application No. 61/183,441, filed on Jun. 2, 2009.

Publication Classification

(51) Int. Cl.
C25B 1/02 (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01)

(52) U.S. Cl. **205/628**; 204/232; 205/637

(57) **ABSTRACT**

An apparatus provides for a method of converting solar energy into a synthetic carbon fuel. Solar energy is separated into different spectral portions and each spectral portion is directed to a plurality of photocells tuned for that specific spectral portion. The photocells convert the solar energy into electrical energy which is used to produce hydrogen gas through the process of electrolysis. The hydrogen gas is then mixed with carbon and various catalysts in order to cause a reaction which produces methane or other useful carbon based fuels. A cooling system filled with coolant oil keeps the photocells at a reasonable temperature while simultaneously providing the heat necessary for the chemical reactions that produce the synthetic fuel to take place. Carbon may be supplied to the apparatus by directing CO_2 exhaust or output of a carbon producing power generator such as a coal-fired power plant directly into the apparatus.